

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-247627

(43)Date of publication of application : 14.09.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/28  
H01L 21/205  
H01L 29/43  
H01L 29/78

(21)Application number : 09-065453

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 04.03.1997

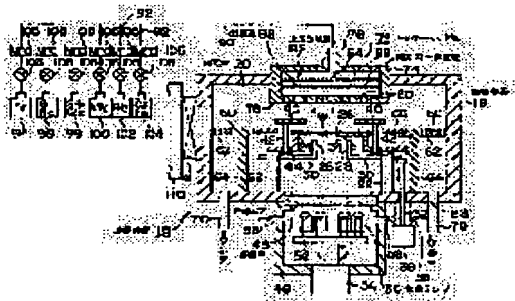
(72)Inventor : HASHIMOTO TAKESHI  
MATSUSE KIMIHIRO  
OKUBO KAZUYA  
TAKAHASHI TAKESHI

## (54) FILM FORMING METHOD AND DEVICE THEREFOR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a film forming method with which a film can be formed in an excellent reproducible manner, film forming stress can be relaxed and the diffusion of oxygen into the film under manufacture can be prevented.

**SOLUTION:** When at least two different types of films are continuously formed on the surface of the material W to be treated in the same treatment chamber 20, a film forming method contains a pretreatment step, in which precoating is provided in the treatment chamber 20 by allowing to successively flow different types of film forming gas into the treatment chamber 20 before taking in the material W to be treated, a film forming step with which different types of films are successively formed by allowing different types of film forming gas to flow in the state wherein the material W to be treated is carried in the treatment chamber 20, and an after treatment step in which silicon is adhered to the material to be treated by flowing silane gas. As a result, the reproducibility when films are formed can be maintained high, and film forming stress can be suppressed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3341619

[Date of registration]

23.08.2002

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 同一処理室内において被処理体の表面に種類の異なる少なくとも 2 種類の成膜を連続的に形成するに際して、前記処理室内に前記被処理体を設置しない状態において前記成膜を行なうための異なる成膜用ガスを順次流して前記処理室内にプリコートを施す前処理ステップと、この前処理に続いて前記処理室内に前記被処理体を設置した状態で前記異なる成膜用ガスを順次流して種類の異なる成膜を順次連続的に行なう成膜ステップと、この成膜ステップに続いてシラン系ガスを流して前記被処理体にシリコンを付着させる後処理ステップとを有することを特徴とする成膜方法。

【請求項 2】 前記成膜ステップと前記後処理ステップとを異なる被処理体に対して連続的に行なうことを特徴とする請求項 1 記載の成膜方法。

【請求項 3】 前記後処理ステップに続いて、前記被処理体を搬出した後に前記処理室内にクリーニングガスを流してクリーニング処理を行なうクリーニングステップと、このクリーニングステップに続いて前記処理室内にシラン系ガスを流して熱処理を行なうクリーニング後処理ステップとを有することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の成膜方法。

【請求項 4】 前記異なる種類の成膜は、不純物がドーパされた多結晶シリコン層と、タングステンシリサイド層であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 記載の成膜方法。

【請求項 5】 被処理体に成膜を施すための処理室の上部に成膜用ガスを供給するシャワーヘッド部を有する成膜装置において、前記シャワーヘッド部は、これに導入された成膜用ガスを分散させるための均一分散板を有し、この均一分散板には、反応律速となる成膜用ガスの供給時と供給律速となる成膜用ガスの供給時に対して共に面内においてガス流量を均一化させる多数の分散孔が形成されていることを特徴とする成膜装置。

【請求項 6】 前記分散孔の直径は、0.7 mm 以下であり、且つ前記分散孔の分布密度は、0.3 個/cm<sup>2</sup> 以上であることを特徴とする請求項 5 記載の成膜装置。

【請求項 7】 前記均一分散板は、ガス噴出面の直上段の分散板であることを特徴とする請求項 5 または 6 記載の成膜装置。

【請求項 8】 前記均一分散板の上方には、多くても数個のガス流出孔を有する上段分散板を設けたことを特徴とする請求項 5 乃至 7 記載の成膜装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体ウエハ等の被処理体に形成されるゲート電極などの成膜方法及びその装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、半導体集積回路の製造工程においては、被処理体である半導体ウエハやガラス基板等に成膜とパターンエッチング等を繰り返し施すことにより所望の素子を得ようになっている。例えば半導体ウエハを用いて MOSFET のゲート素子を表面に作る場合には、図 9 (A) に示すように、ウエハ W の表面にソース 2 とドレイン 4 となるべき位置に不純物を拡散させて、これらの間の表面に例えば SiO<sub>2</sub> よりなるゲート酸化膜 6 を形成し、この下方にソースドレイン間のチャネルを形成する。そして、ゲート酸化膜 6 上に、導電性膜のゲート電極 8 を積層させて、1 つのトランジスタが構成される。ゲート電極 8 としては、単層ではなく、最近においては導電性等を考慮して、2 層構造になされている。例えば、ゲート酸化膜 6 の上にリンドーパの多結晶シリコン層 10 と金属シリサイド、例えばタングステンシリサイド層 11 を順次積層してゲート電極 8 を形成している。

【0003】ところで、半導体集積回路の微細化及び高集積化に伴って、加工線幅やゲート幅もより狭くなされ、また、多層化の要求に従って膜厚も薄くなる傾向にあり、従って、各層或いは各層間の電気的特性は、線幅等が狭くなっても従来通り、或いはそれ以上の高い性能が要求される。このような要求に応じて、例えば前述のようにゲート電極 8 もリンドーパの多結晶シリコン層 10 とタングステンシリサイド層 11 の 2 層構造が採用されることになった。

【0004】ところで、シリコン材料よりなる成膜、例えばリンドーパの多結晶シリコン層 10 の表面には、これが大気や水分等に晒されると容易に自然酸化膜が付着する傾向にあり、この自然酸化膜が付着したまま、次の層であるタングステンシリサイド層 12 を積層すると、両者の密着性が劣化したり或いは両者間の導電性を十分に確保できず、電気的特性が劣化するという問題が発生する。また、この多結晶シリコン層 10 は、通常、多数枚、例えば 150 枚を一単位とするバッチ処理で膜付けが行なわれるのに対して、タングステンシリサイド層 12 は、1 枚毎に膜付けを行なう枚葉式処理により膜付けされることから、当然、ウエハ毎に大気等に晒される時間も異なり、自然酸化膜の厚さも異なってくる。そのため、タングステンシリサイド層 12 を積層する直前に、例えば HF 系ペーパーを用いたウェット洗浄を行い、図 9 (B) に示すように多結晶シリコン層 10 上に付着してしまった自然酸化膜 14 を剥ぐようになっている。

【0005】しかしながら、タングステンシリサイド層 12 を積層する直前に、ウェット洗浄を行なったといえども、表面に付着してしまった自然酸化膜を、この下の下地層に悪影響を与えることなく完全に除去することは非常に困難である。そこで、例えば特開平 2-292866 号公報等に開示されるようにチャンバ内でリンドーパの多結晶シリコン層 10 を形成した後に、引き続き、

同一のチャンバ内にてタングステンシリサイド層12を連続的に形成する方法も提案されている。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述のように、同一のチャンバ内にてリンドープの多結晶シリコン層10とタングステンシリサイド層12を連続成膜すると、シリコン層10の表面には自然酸化膜が付着せず、良好な電気的特性を得ることが可能になる。しかしながら、この場合には次に示すような新たな問題点が生じてしまう。すなわち、例えば1ロット25枚のウェハを連続的に処理する場合、チャンバ内の壁面や内部構造物が熱的に、或いは熱放射率等の面で安定化していない状態で成膜処理を行なうと、成膜の再現性が劣化してしまうという問題があった。

【0007】また、両層を連続して成膜すると、上層のタングステンシリサイド層にストレスが残留し、これがために下層の多結晶シリコン層との密着性が相対的に劣化してしまう場合もある。更には、この成膜後の後工程において、例えば900℃程度まで加熱するアニール処理が行なわれるが、この時、タングステンシリサイド層12中に酸素が拡散して電気的特性を劣化させてしまうという問題もあった。また、多結晶シリコン層の成膜反応は反応律速で行なわれるのに対して、タングステンシリサイドの成膜反応は供給律速で行なわれるが、成膜用ガスを導入する従来のシャワーヘッド構造ではこれらの律速形態の相異に対応できないことから、いずれかの成膜時にガス流が偏流してしまって成膜の面内均一性が劣化するという問題もあった。

【0008】本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、成膜の再現性、成膜ストレスの緩和及び成膜中への酸素の拡散を防止することができる成膜方法を提供することにある。また、本発明の他の目的は、反応律速と供給律速の両成膜反応に対して面内均一に成膜用ガスを供給することができる成膜装置を提供することにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明方法は、同一処理室内において被処理体の表面に種類の異なる少なくとも2種類の成膜を連続的に形成するに際して、前記処理室内に前記被処理体を設置しない状態において前記成膜を行なうための異なる成膜用ガスを順次流して前記処理室内にプリコートを実施する前処理ステップと、この前処理に続いて前記処理室内に前記被処理体を設置した状態で前記異なる成膜用ガスを順次流して種類の異なる成膜を順次連続的に成膜する成膜ステップと、この成膜ステップに続いてシラン系ガスを流して前記被処理体にシリコンを付着させる後処理ステップとを有するように構成したものである。

【0010】これにより、被処理体に実際に成膜を施す

前に、前処理ステップにおいて成膜数に対応するだけの複数のプリコートを施すようにしたので、処理室の内壁や内部構造物に複数層のプリコートが形成されることになる。従って、処理室の内壁や構造物からの熱放射率等の内部環境が実際の成膜時と同様に安定化するので、その後、被処理体に連続成膜を行なうことにより、成膜の再現性を向上させることが可能となる。また、各被処理体に後処理を施すことにより、シリコンが成膜表面に僅かに付着し、これが膜のストレスを緩和するように作用するので、相対的に膜の密着性を向上させることが可能となる。更には、後工程において、被処理体に熱処理が行なわれても、上記後処理で付着したシリコンが酸素の攻撃を阻止し、酸素が膜内に拡散することも防止することができる。

【0011】このような成膜ステップと後処理ステップは1枚の被処理体に対して連続的に行なわれた後、この被処理体をアンロードして他の新しい被処理体を処理室内にロードし、同様に成膜ステップと後処理ステップを連続的に行なう。このような操作を、例えば1ロット25枚の被処理体に対して連続的に行なうことになる。上述のように一定枚数の被処理体の成膜処理が完了したならば、処理室内にクリーニングガスを流してクリーニング処理を行ない、更に、その後、処理室内にシランガスを流して熱処理を行なう。このクリーニング後処理においてシラン系ガスを流して熱処理を行なうことにより、処理室内に残留するハロゲンの低減化を図ることができ、次の成膜操作のための前処理ステップにおけるプリコートの付着を短時間で済ませることが可能となる。

【0012】以上のような成膜処理は、リンドープされた多結晶シリコン層上にタングステンシリサイド層を堆積して、例えばMOSFETのゲート電極を形成する時に用いることができる。また、上記方法発明を実施するための成膜装置としては、被処理体に成膜を施すための処理室の上部に成膜用ガスを供給するシャワーヘッド部を有する成膜装置において、前記シャワーヘッド部は、これに導入された成膜用ガスを分散させるための均一分散板を有し、この均一分散板には、反応律速となる成膜用ガスの供給時と供給律速となる成膜用ガスの供給時に対して共に面内においてガス流量を均一化させる多数の分散孔が形成された装置を用いることができる。

【0013】これによれば、シャワーヘッド部内の均一分散板の分散孔の直径及び配置密度を適切に設定したので、反応律速となる成膜用ガスの供給時と、供給律速となる成膜用ガスの供給時も共に処理室内の成膜用ガスを均一に拡散した状態で供給することが可能となり、各膜厚の均一性を高く維持することができる。このような均一分散板は、ガス噴出面の直上段の分散板であり、また、その分散孔の直径は0.7mm以下であり、その分布密度は、0.3個/cm<sup>2</sup>以上とする。

【0014】

【発明の実施の形態】以下に、本発明に係る成膜方法及びその装置の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。図 1 は本発明方法を実施するために用いる成膜装置を示す断面図、図 2 は成膜装置のシャワーヘッド部内の均一分散板を示す部分平面図である。まず、本発明の成膜装置について説明する。本実施例では、成膜装置 16 として加熱ランプを用いた高速昇温が可能な枚葉式成膜装置を例にとって説明する。

【0015】この成膜装置 16 は、例えばアルミニウム等により円筒状或いは箱状に成形された処理容器 18 を有しており、この容器 18 内が処理室 20 として構成される。この処理容器 18 内には、処理容器底部より起立させた支柱 22 上に、例えば断面 L 字状の保持部材 24 を介して被処理体としての半導体ウエハ W を載置するための載置台 26 が設けられている。この支柱 22 及び保持部材 24 は、熱線透過性の材料、例えば石英により構成されており、また、載置台 26 は、厚さ 1 mm 程度の例えばカーボン素材、アルミ化合物等により構成されている。

【0016】この載置台 26 の下方には、複数本、例えば 3 本のリフトピン 28 が支持部材 30 に対して上方へ起立させて設けられており、この支持部材 30 を処理容器底部に貫通して設けられた押し上げ棒 32 により上下動させることにより、上記リフトピン 28 を載置台 26 に貫通させて設けたリフトピン穴 34 に挿通させてウエハ W を持ち上げ得るようになっている。

【0017】上記押し上げ棒 32 の下端は、処理室 20 内の気密状態を保持するために伸縮可能なベローズ 36 を介してアクチュエータ 38 に接続されている。上記載置台 26 の周縁部には、ウエハ W の周縁部を保持してこれを載置台 26 側へ固定するためのリング状のセラミック製クランプリング 40 が設けられており、このクランプリング 40 は、上記保持部材 24 を遊嵌状態で貫通した支持棒 42 を介して上記支持部材 30 に連結されており、リフトピン 28 と一体的に昇降するようになっている。ここで保持部材 24 と支持部材 30 との間の支持棒 42 にはコイルバネ 44 が介設されており、クランプリング 40 等の降下を助け、且つウエハのクランプを確実にしている。これらのリフトピン 28、支持部材 30 及び保持部材 24 も石英等の熱線透過部材により構成されている。

【0018】また、載置台 26 の直下の処理容器底部には、石英等の熱線透過材料よりなる透過窓 46 が気密に設けられており、この下方には、透過窓 46 を囲むように箱状のランプ室 48 が設けられている。このランプ室 48 内には加熱手段として複数の加熱ランプ 50 が反射鏡も兼ねる回転台 52 に取り付けられており、この回転台 52 は、回転軸を介してランプ室 48 の底部に設けた回転モータ 54 により回転される。従って、この加熱ランプ 50 より放出された熱線は、透過窓 46 を透過して

載置台 26 の下面を照射してこれを加熱し得るようになっている。このランプ室 48 の側壁には、この室内や透過窓 46 を冷却するための冷却エアを導入する冷却エア導入口 56 及びこのエアを排出する冷却エア排出口 58 が設けられている。

【0019】また、載置台 26 の外周側には、多数の整流孔 60 を有するリング状の整流板 62 が、上下方向に環状に成形された支持コラム 64 により支持させて設けられている。整流板 62 の内周側には、クランプリング 40 の外周部と接触してこの下方にガスが流れないようにするリング状の石英製アタッチメント 66 が設けられる。整流板 62 の下方の底部には排気口 68 が設けられ、この排気口 68 には図示しない真空ポンプに接続された排気路 70 が接続されており、処理室 20 内を所定の真空度（例えば  $100 \text{ Torr} \sim 10^{-6} \text{ Torr}$ ）に維持し得るようになっている。

【0020】一方、上記載置台 26 と対向する処理室天井部には、成膜用ガスやクリーニングガス等の必要ガスを処理室 20 内へ導入するためのシャワーヘッド部 72 が設けられている。具体的には、このシャワーヘッド部 72 は、例えばアルミニウム等により円形箱状に成形されたヘッド本体 74 を有し、この天井部にはガス導入口 76 が設けられている。

【0021】ヘッド本体 74 の下面であるガス噴出面 78 には、ヘッド本体 74 内へ供給されたガスを放出するための多数のガス噴出孔 80 が面内に均等に配置されており、ウエハ表面に亘って均等にガスを放出するようになっている。このガス噴出面 78 の直径は 316 mm 程度である。このガス噴出孔 80 の直径は略 1 mm であり、略 10 個/cm<sup>2</sup> 程度（直径 230 mm 以内で）の密度で設けられている。この数値は、従来タイプのシャワーヘッド部と略同じである。また、ヘッド本体 74 内には、上下 2 段に本発明の特徴とする分散板が所定の間隔を隔てて配置されており、複数の拡散室を形成している。この分散板の内、上方に位置する上段分散板 82 は、1 つ或いは数個程度の非常に少ない数のガス流出孔 84 が形成されている。図示例では 1 個のガス流出孔 84 が設けられており、ガス流出孔 84 の直径は略 1.5 mm 程度に設定されている。

【0022】これに対して、下段の均一分散板 86 には、多数の分散孔 88 が面内に均一に分散させて設けられている。この場合、分散孔 88 の直径と分布密度の関係は、このシャワーヘッド部 72 から反応形態が反応律速の成膜用ガスを供給する時も、供給律速の成膜用ガスを供給する時も、共に処理室 20 内に面内に亘って均一にガス流を供給できるような関係に設定する。すなわち分散孔 88 の直径が大き過ぎる場合には、分布密度を変化させても反応律速には対応できないが、供給律速に対応することができない。また逆に、分散孔 88 の直径が小さ過ぎると、この分布密度を大きくしても供給律速には

対応できるが、反応律速には対応することができない。従って、供給律速と反応律速の双方に対応できるようにするためには、分散孔 88 の直径とこの分布密度を適切に選択しなければならない。

【0023】本実施例では、この分散孔 88 の直径は、略 0.7 mm 以下であり、しかも分布密度は 0.3 個/cm<sup>2</sup> 以上となるように設定する。例えば直径略 30 μm 程度の均一分散板 86 に対しては、分散孔 88 の直径が 0.65 mm の場合には、190 個程度の分散孔 88 を均一に設ける。図 2 はこの時の均一分散板 86 の一部を示している。このようにすることにより、反応律速の成膜用ガスを供給するとき、供給律速の成膜用ガスを供給するとき、共に面内に亘って均一にガスを供給することが可能となる。

【0024】一方、上記シャワーヘッド部 72 のガス導入口 76 には、ガス通路 90 及び複数の分岐路 92 を介して種々の成膜用ガスやクリーニングガス等の使用ガス源が接続されている。ここでは、使用ガス源として、キャリアガスとしての Ar ガスを貯留する Ar ガス源 94、成膜用ガス源として SiH<sub>4</sub> 源 96、SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 源 98、WF<sub>6</sub> 源 100、ドーパントガス源として PH<sub>3</sub> 源 102、クリーニングガス源として C<sub>2</sub>F<sub>4</sub> 源 104 等が接続されている。また、各分岐路 92 には、例えばマスフローコントローラのごとき流量制御弁 106 及びその前後に開閉弁 108 が介設されている。

【0025】次に、以上のように構成された装置例に基づいて行なわれる本発明の方法について説明する。図 3 は、本発明方法のプロセスを示すフローチャートである。本発明の特徴は、同一の処理室内で異なる種類の成膜をする場合に前処理としてウエハなしの状態での成膜と同じガスを順に流してプリコートを行ない、また、成膜後にはウエハ存在下でシラン系ガスで表面処理を行なう点にあり、ここでは図 9 (A) に示すようにリンドーブのポリシリコン層 10 とタングステンシリサイド層 12 を連続的に成膜する場合について説明する。

【0026】まず、処理室 20 内にウエハ W をロードする前に前処理ステップを実行する (S1)。この前処理においては、後工程の成膜時や後処理時において流すガスをウエハ存在下で順次流して、内壁や内部構造物の表面にプリコートを施し、熱的反射率や輻射率等を実際の成膜時と同じ状態にして再現性を高めることを目的としている。まず、処理室 20 内を所定の真空状態にすると共に内部を例えば 500℃～800℃に加熱し、この状態で、リンドーブの多結晶シリコン膜を形成する時の成膜用ガスと同じガス、すなわち Ar ガス、SiH<sub>4</sub> ガス、PH<sub>3</sub> ガスをそれぞれ所定量ずつ流し、リンドーブの多結晶シリコン膜を内壁や内部構造物の表面にプリコートする。尚、ドーパントガスである PH<sub>3</sub> ガスは、これが熱反射率等に及ぼす影響は非常に少ないことから、PH<sub>3</sub> ガスの供給を省略することもできる。

【0027】次に、内部雰囲気気を排気した後に、タングステンシリサイド (WSi<sub>2</sub>) 膜を形成する時の成膜用ガスと同じガス、すなわち Ar ガス、WF<sub>6</sub> ガス、SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> ガスをそれぞれ所定量ずつ流し、タングステンシリサイド膜を内壁やナيف構造物の表面にプリコートする。各膜のプリコート量は、実際のウエハのそれぞれの成膜量よりも多めにして再現性を高めるようにしておく。

【0028】次に、本実施例では実際の成膜時に後処理としてシラン系ガスを流して膜表面にシリコンを付着させることから、ここでも内部雰囲気気を排除した後に、シラン系ガスとして SiH<sub>4</sub> ガスを Ar ガスと共に所定量流して熱処理を行ない、上記プリコート面上に少量のシリコンを付着させる。尚、このシラン系ガスとして SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> ガスを用いてもよい。このようにして、ウエハ不存在下で前処理を行なったならば、次にウエハ W を処理室 20 内にロードする (S2)。

【0029】まず、ロードロック室 110 内に収容されている未処理の半導体ウエハ W を処理室 20 にゲートバルブ G を介して搬入し、リフトピン 28 を押し上げることにウエハ W をリフトピン 28 側に受け渡す。そして、リフトピン 28 を、押し上げ棒 32 を下げることによって降下させ、ウエハ W を載置台 26 上に載置すると共に更に押し上げ棒 32 を下げることによってウエハ W の周縁部をクランプリング 40 で押圧してこれを固定する。尚、未処理の半導体ウエハ W とは、ここでは図 9 においてゲート酸化膜 6 まで他の処理炉で成膜されたものをいう。このように、ウエハのロードが完了したならば、次に、実際の成膜ステップを実行する (S3)。

【0030】まず、リンドーブのポリシリコン成膜処理を行なう。処理室 20 内を真空排気しつつランプ室 48 内の加熱ランプ 50 を駆動しながら回転させ、熱エネルギーを放射する。放射された熱線は、透過窓 46 を透過した後、石英製の支持部材 30 等も透過して載置台 26 の裏面を照射してこれを加熱する。この載置台 26 は、前述のように 1 mm 程度と非常に薄いことから迅速に加熱され、従って、この上に載置してあるウエハ W を迅速に所定の温度まで加熱することができる。ウエハ W がプロセス温度、例えば略 700℃に達したならば、SiH<sub>4</sub> ガス、PH<sub>3</sub> ガスを Ar ガスのキャリアガスに乗せて搬送してこのガスを処理室 20 内にシャワーヘッド部 72 を介して供給する。ホスフィン及びシランの供給量は、それぞれ略 150 sccm 及び略 400 sccm 程度である。

【0031】供給された混合ガスは所定の化学反応を生じ、ウエハ W のゲート酸化膜 6 上に不純物として P (リン) のドーパされたポリシリコン層 10 (図 9 参照) が成膜される。尚、ドーパントとしてはリンの外に、As、Sb、B 等を用いることができる。この成膜処理

は、所定の膜厚を得るために例えば1分程度行なわれる。尚、この時のプロセス圧力は略10 Torr程度である。

【0032】このようにして、ポリシリコン層10の成膜処理が完了したならば、次に、タングステンシリサイドの成膜処理へ移行する。まず、 $\text{PH}_3$  及び  $\text{SiH}_4$  の供給を停止し、 $\text{Ar}$  ガスを流して処理室20からホスフィン进行をパージすると共に加熱ランプ50の電力を調整してウエハWをタングステンシリサイドのプロセス温度、例えば600℃程度まで僅かな温度だけ降温させる。この $\text{Ar}$  ガスパージ期間は、略数分程度である。この時、ポリシリコンとタングステンシリサイドのプロセス温度を同一に設定してもよい。

【0033】プロセス温度に達したならば、次に、タングステンシリサイド用の成膜用ガスとして  $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$  と  $\text{WF}_6$  を、キャリアガスとして  $\text{Ar}$  ガスを用いて、処理室20内へ供給する。 $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$  と  $\text{WF}_6$  の流量は、それぞれ略200 sccmと略10 sccm程度である。処理ガスとして  $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$  (ジクロルシアン) に替えて  $\text{SiH}_4$  ガス等を用いることもでき、また、キャリアガスとしては  $\text{Ar}$  ガスに替えて  $\text{N}_2$  ガスや  $\text{He}$  ガスも用いることができる。供給された混合ガスは、所定の化学反応を生じ、タングステンシリサイド層12がポリシリコン層上に形成されることになる。この成膜処理は、所定の膜厚を得るために例えば2分程度行なわれる。この時のプロセス圧力は、略1 Torr程度である。

【0034】ここで、リンドープ多結晶シリコン層10の成膜反応は、反応律速であるのに対して、タングステンシリサイド層12の成膜反応は供給律速であるが、本発明装置においては、シャワーヘッド部72の均一分散板86の分散孔88の直径、及び分布密度を適切に設けていることから、どちらの反応時においても成膜用ガスは処理室20内に略面内に亘って均一な流量で供給することができ、その結果、両層10、12の膜厚を面内に亘って均一に成膜することが可能となる。このようにして成膜ステップが完了したならば、ウエハWを載置した状態で後処理ステップを実行する(S4)。

【0035】ここでは内部雰囲気真空引きした後に、温度を成膜ステップの時と同じ温度に維持したままシラン系ガス、例えば  $\text{SiH}_4$  を僅かな時間、例えば60秒程度流して、成膜の表面にシリコン膜が形成されるか、或いは形成されない程度に、シリコンを僅かに付着させる。これにより、後述するように成膜のストレスを緩和してこれの相対的な密着性を向上させることが可能となると共に、後工程における熱処理時に、先の成膜が酸素の攻撃を受けることを防止することが可能となる。

【0036】このようにして後処理ステップが終了したならば、残留する処理ガスを  $\text{Ar}$  ガスによりパージしつつウエハWの温度を搬送に適した温度、例えば300℃

程度まで降温し、ゲートバルブGを開いて処理済みのウエハを搬出し(S5)、搬出が終了したならば未処理のウエハを前述したと同様にして搬入する(S6のNO)。以後同様にして、新しい未処理のウエハWに対して成膜ステップ(S3)及び後処理ステップ(S4)が前述したように連続的に行なわれることになる。このような連続処理は、例えば1ロット25枚に対して連続的に行なわれる。

【0037】そして、所定の枚数、例えば25枚のウエハの処理が終了すると、処理室内の内壁面や内部構造物の表面にもある程度の成膜が付着することから、これを除去する目的でクリーニングステップを実行する(S7)。まず、クリーニングガスとして  $\text{ClF}_3$  ガスを供給し、温度例えば200℃程度でクリーニング処理を数分間程度行なう。これにより、処理室内に付着した不要な成膜を除去することができることから、成膜の剥離によるパーティクル等の発生を抑制することができる。このクリーニング操作は、成膜量に応じて行なえばよく、例えば、1枚のウエハの処理毎に行なってもよく、その回数はスループットとパーティクルの発生量とを勘案して行なえばよい。また、クリーニングガスとしては、ポリシリコンに対してもタングステンシリサイドに対しても同様に効果的に除去が可能な  $\text{ClF}_3$  系ガスを用いるのが好ましいが、これに限定されるものではない。

【0038】このようにして、クリーニングステップが完了したならば、次にクリーニング後処理ステップを実行する(S8)。この処理では、前述の成膜ステップの後処理と同様にシラン系ガスを流すことにより、クリーニング時に用いたハロゲンガスの排出を促進させ、次に行なわれるであろう前処理ステップにおけるプリコート

の付着性を改善する。まず、クリーニングガスの排気を行なったならば、処理室内を例えば600℃程度まで昇温し、この中に  $\text{SiH}_4$  ガスを所定量流しつつ、1分程度の間、熱処理を行なう。これにより、処理室の壁面や内部構造物の表面に付着していたハロゲンガスがシランガスにより還元されて、ハロゲンガスの排出が促進されることになる。尚、 $\text{SiH}_4$  に代えて、 $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$  ガスを流してもよい。以上のようにして、全体の処理が完了することになる。

【0039】このように、本発明方法においては、リンドープのポリシリコン層10を形成した後に、同一処理室内で、すなわちウエハWを炉から搬出することなく、そのまま次のタングステンシリサイド層12の成膜処理へ移行するようにしたので、ポリシリコン層10上に自然酸化膜が形成される恐れがほとんどない。従って、低抵抗化を図ることができ、この電気的特性も大幅に改善することが可能となる。

【0040】また、ウエハに対して実際に成膜処理を施す前に、前処理ステップで、連続成膜時及び後処理時に流すガスを順次流して多層にプリコートを施すようにし



たので、処理室内が熱的に安定化し、成膜時の再現性を高く維持することが可能となる。更に、各ウエハに対して、後処理を施すことにより成膜上にシリコンを付着させたので、成膜のストレスを緩和し、また、後工程の熱処理時における酸素アタックも阻止することが可能となる。

【0041】次に、前処理ステップにおいて、多層のプリコートを施した時の効果について説明する。図4は2ロット50枚のウエハを成膜処理した時の各ウエハのシート抵抗（ゲート電極）を示すグラフであり、1ロット目の直前と2ロット目の直前に前処理ステップにて多層のプリコートを施している。これによれば、シート抵抗の最大値と最小値の差は約5Ω程度であり、従って、ウエハ間におけるシート抵抗のばらつきは3%程度であり、再現性はかなり良好であることが判明する。

【0042】次に、成膜ステップの直後に、後処理ステップを行なって成膜表面にシリコンを付着させた時の効果について説明する。図5はシリコンを付着させた時と付着させない時の酸素に対する拡散の度合いを示すグラフである。図中、横軸はウエハの深さ方向を示し、縦軸は酸素量を間接的に示す。また、酸素アタックは、ウエハを900℃程度に加熱することにより行なった。グラフから明らかなように、後処理を行なってシリコンを膜表面に付着させた場合には、付着させない場合と比較してタングステンシリサイド層（WSi<sub>2</sub>）における酸素量は少なく、酸素拡散が抑制されていることが判明する。

【0043】また、図6は上記後処理ステップの他の効果として成膜ストレスの緩和状態を示すグラフであり、ここでは横軸にシランガス（SiH<sub>4</sub>）或いはジクロルシラン（SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>）の流量を、縦軸に成膜のストレスをそれぞれとっている。尚、この後処理ステップにおける成膜条件は、シランガスを流す時はSiH<sub>4</sub>/Ar=500/400sccmであり、ジクロルシランガスを流す時はSiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/Ar=150/350sccmであり、また、プロセス圧力はそれぞれ0.7 Torrである。

【0044】グラフより明らかなように、後処理を行わない時には膜のストレスは $1.30 \times 10^{10}$ （後処理時間=0）程度と高いのに対して、後処理を行なう程、ストレスが低下して良好であることが判明する。これにより、多結晶シリコン層とタングステンシリサイド層の層間の密着性を相対的に高くできることが判る。また、後処理に用いるガスとしては、シランガスでもジクロルシランガスでも共に同様な効果を発揮することができ

る。

【0045】次に、クリーニング後処理ステップで、処理室内壁や内部構造物の表面にシリコンを付着した時の効果について説明する。図7はクリーニング後処理を行なった時と行なわない時のウエハ表面のハロゲン量（C

量）を示すグラフである。このグラフから明らかなように、SiH<sub>4</sub>ガスによるクリーニング後処理を行なった方が、成膜中の残留ハロゲン量を抑制できることが判明する。このため、クリーニング後処理を行なうことによって、タングステンシリサイド層の金属膜がハロゲンによって悪影響を受けることを抑制することができる。

【0046】また、図8はクリーニング後処理を行なった場合と行なわない場合の次工程における前処理時のプリコートの付着状況を示すグラフである。グラフ中の縦軸は、内部構造物表面に一定厚のプリコート膜が付着するまでの時間を示している。グラフから明らかなように、クリーニング後処理を行なった方が、供給律速の場合も、反応律速の場合も共にプリコート時間が短くて済み、処理時間の短縮化に寄与できることが判明する。このようにプリコート時間を短くできる理由は、成膜が生じないインキュベーション時間を、前工程でシランパージを行なったことにより短くできるからである。

【0047】次に、本発明装置のシャワーヘッド部構造が2層の連続成膜処理において有効である点について説明する。表1は、上段分散板82と均一分散板86の孔径や孔数を適宜変更した時の両層の成膜状態を示している。

【0048】

【表1】


10

20

30

40

50

	比較例 1	比較例 2	比較例 3	実施例 1	実施例 2
	上段分散板	上段分散板	上段分散板	上段分散板	上段分散板
	均一分散板	均一分散板	均一分散板	均一分散板	均一分散板
	タンゲステンシリサイド の成膜状況	エッジのみ成膜	中心部はかなり 薄い	8%	2%
	13mmφ×8個	3mmφ×8個	1.5mmφ×1個	1.5mmφ×1個	1.5mmφ×1個
	4mmφ×188個 (0.3個/cm <sup>2</sup> )	4mmφ×188個 (0.3個/cm <sup>2</sup> )	4mmφ×188個 (0.3個/cm <sup>2</sup> )	0.65mmφ×188個 (0.3個/cm <sup>2</sup> )	0.5mmφ×722個 (1.4個/cm <sup>2</sup> )

【0049】ここでガス噴出面78（直径は316mm程度）のガス噴出孔80の直径及び個数（分布密度）は従来と同様ものを用いており、例えば直径は1mmであり、個数は直径230mmの範囲のエリア内において4397個（約10個/cm<sup>2</sup>）である。尚、ここでは分散板の直径は略260mmに設定している。また、ガスを面内に亘って均一的に供給するには、上段分散板よりもその下段の均一分散板の構造が重要であることから、この構成を主に種々変更している。この表1から明らかなように、上段分散板82の孔の直径が13mmや3mmと大きく設定し、且つ設ける数も8個程度と多い場合

であって、均一分散板82の孔の直径が4mm程度と大きい場合には（比較例1、2）、供給律速のタンゲステンシリサイド層は、ウエハのエッジ部分のみに成膜されてしまう。

【0050】また、上段分散板82の孔の直径を1.5mm程度と小さく設定し、且つ設ける個数も1個とした場合であって、均一分散板86の孔の直径及び個数を比較例1、2と同じにした場合には（比較例3）、タンゲステンシリサイド層はウエハの中心部にも成膜されたが、エッジ部と比較してかなり薄い。これに対して、上段分散板82を、比較例3と同じものを用い、均一分散板86の孔の直径を0.65mmに設定して188個（略0.3個/cm<sup>2</sup>）形成した場合（実施例1）及び均一分散板86の孔の直径を0.5mmに設定して722個（略1.4個/cm<sup>2</sup>）形成した場合には（実施例2）、タンゲステンシリサイド層の膜厚の面内均一性は2%程度になって非常に改善され、好ましいことが判明する。

【0051】尚、孔の直径の下限は、穴空け工作機械の性能により規定されてしまい、例えば厚みが10mm程度の分散板に対しては孔の直径の下限は0.2mm程度である。また、ここでは、実施例1、2の上段分散板82の孔の数は、1個に設定したが、この直径をそれ程大きくすることなく数個、例えば2～4個程度設けるようにしてもよい。更には、上記実施例においては、被処理体として半導体ウエハを例にとって説明したが、これに限定されず、ガラス基板、LCD基板等にも適用し得るのとは勿論である。

【0052】【発明の効果】以上説明したように、本発明の成膜方法及びその装置によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。方法発明によれば、処理室内で被処理体に連続して成膜するに際して、予め処理室内に連続成膜する際のガスを順次流して多層のプリコートを行なって、内壁や内部構造物の表面の熱反射率や熱輻射率等を安定化させるようにしたので、連続成膜時の再現性を高く維持することができる。また、被処理体に対して連続成膜を行なった後に、シラン系ガスを流して後処理を行なうようにしたので、成膜のストレスを緩和して相対的にこの密着性を向上できるのみならず、後工程における熱処理時において成膜に酸素拡散が生ずることも阻止することができる。また、所定量の被処理体の成膜処理後に、処理室内をクリーニングし、その後に、シラン系ガスを流して熱処理を行なうクリーニング後処理を行なうようにしたので、内部の残留ハロゲンガスの排除を促進でき、また、この後に行なわれる前処理時のプリコートの付着を促進することができる。更に、装置発明によれば、シャワーヘッド部内の均一分散板の分散孔の直径を小さくして、この分布密度をある程度以上に大きくすることにより、反応律速となる成膜用ガスの供給時

と、供給律速となる成膜用ガスの供給時に対して共にガス流量が面内において均一化できるようにガスフローの状態を改善することができる。従って、上述のように種類の異なる成膜を同一処理室内において連続的に成膜する場合にもこの面内均一性を高く維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方法を実施するために用いる成膜装置を示す断面図である。

【図2】成膜装置のシャワーヘッド部内の均一分散板を示す部分平面図である。

【図3】本発明方法のプロセスを示すフローチャートである。

【図4】2ロット25枚のウエハを成膜処理した時の各ウエハのシート抵抗を示すグラフである。

【図5】シリコンを付着させた時と付着させない時の酸素に対する拡散の度合いを示すグラフである。

【図6】後処理ステップによる成膜ストレスの緩和状態を示すグラフである。

【図7】クリーニング後処理を行なった時と行なわない時のウエハ表面のハロゲン量を示すグラフである。

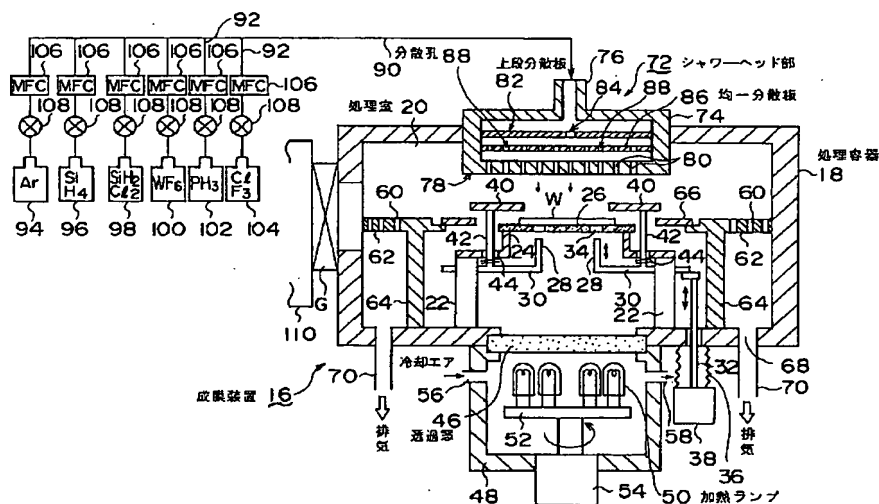
【図8】クリーニング後処理を行なった場合と行なわない場合の次工程における前処理時のプリコートの付着状況を示すグラフである。

【図9】MOSFETを示す図である。

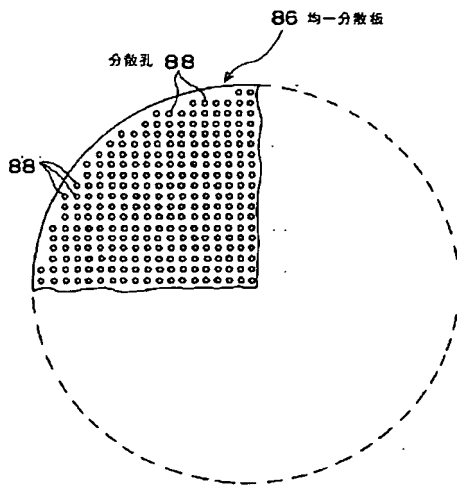
【符号の説明】

- 6 ゲート酸化膜
- 8 ゲート電極
- 10 多結晶シリコン層
- 12 タングステンシリサイド層
- 16 成膜装置
- 18 処理容器
- 20 処理室
- 26 載置台
- 46 透過窓
- 50 加熱ランプ
- 78 ガス噴出面
- 82 上段分散板
- 84 ガス流出孔
- 86 均一分散板
- 88 分散孔
- W 被処理体（半導体ウエハ）

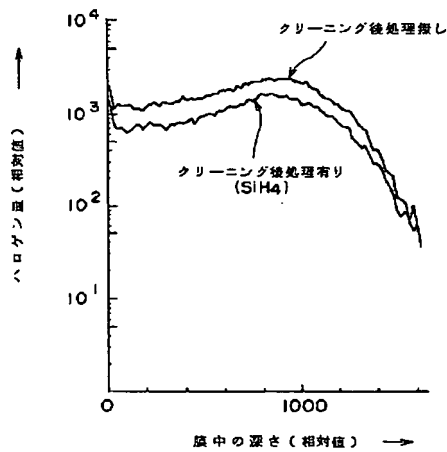
【図1】



【図2】

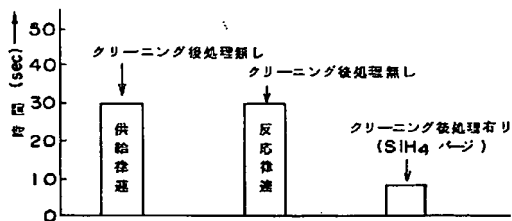


【図7】

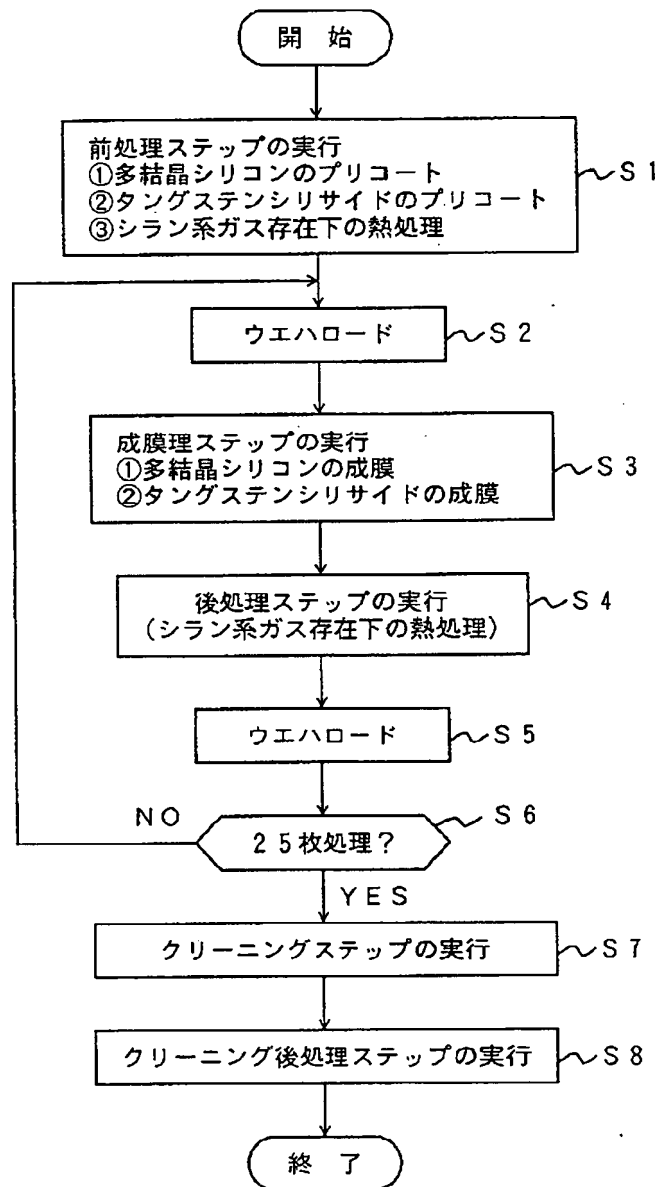


【図8】

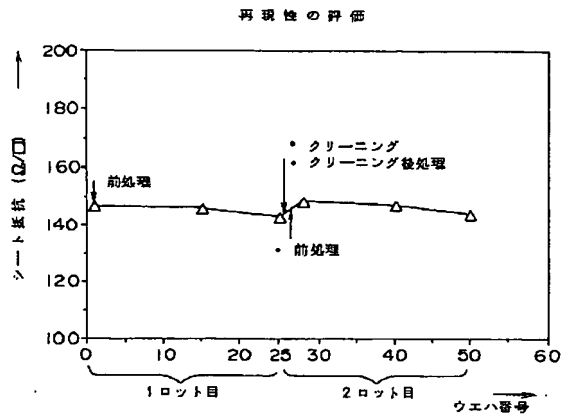
クリーニング後処理の評価



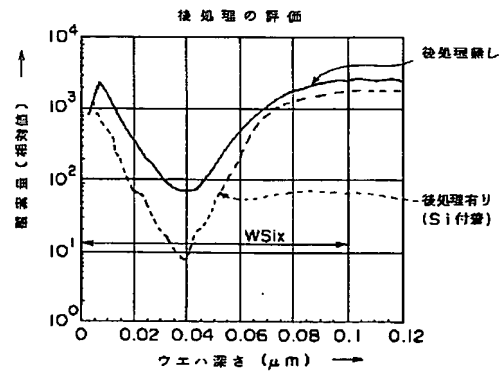
【図3】



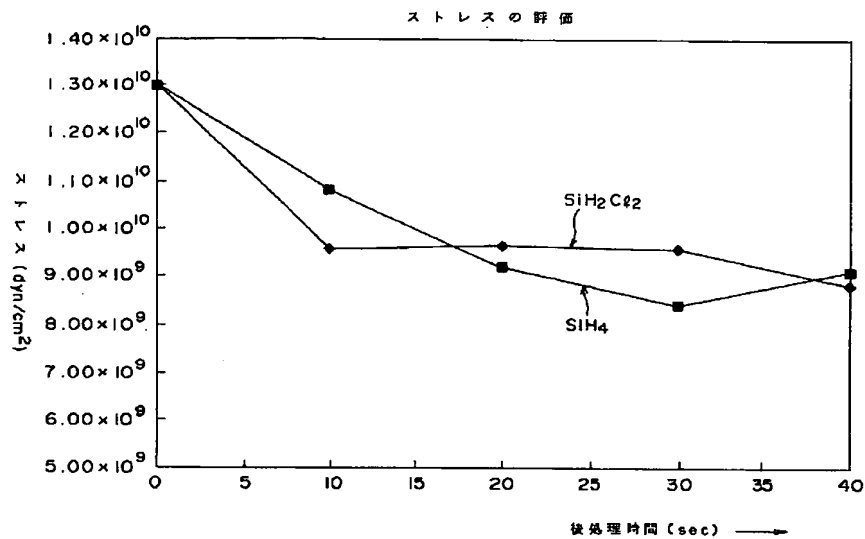
【図4】



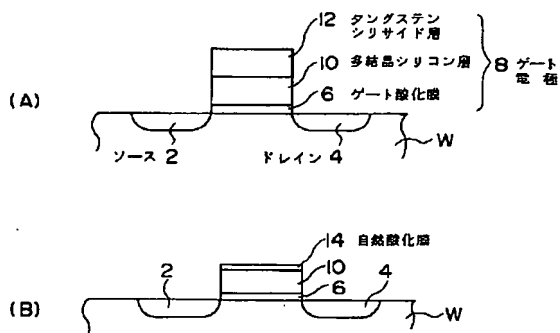
【図5】



【図6】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 毅

山梨県韮崎市藤井町北下条2381番地の1

東京エレクトロン山梨株式会社内

平成15年2月17日

弁理士クラブ  
会員各位

弁理士クラブ  
幹事長 亀谷 美明  
総務委員長 保立 浩一  
Tel: 03-5389-7112  
Fax: 03-5389-7135

※このお知らせは既に昨日お送りしておりますが、弁理士会より情報が追加されたものが届きましたので、再度 FAX いたします。地図等は昨日の FAX に添付しておりますので省略いたします。

訃報のお知らせ

亀井 弘勝会員(登録番号 7515 号)におかれましては、  
平成15年02月15日にご逝去されました。(享年 59 歳)  
誠に哀悼に堪えません。ここに謹んでご通知申し上げます。

記

〔通夜〕

日時: 平成15年02月17日(月) 19時00分 ～

〔告別式〕

日時: 平成15年02月18日(火) 14時00分 ～ 15時30分

〔場所〕

「八光殿八尾中央」  
大阪府八尾市清水町1-4-40

電話 0729-94-2212 FAX 0729-97-0042

・近鉄大阪線 八尾駅下車徒歩8分

・新大阪から地下鉄御堂筋線天王寺駅乗換え、JR大和路線 やお駅下車  
新大阪から約1時間 やお駅より徒歩11分

〔喪主〕

亀井 美佐子 様 (ご令室)

〔葬儀委員長〕

江原 省吾 様

〔委員歴等〕

黄綬褒章受賞(弁理士業務功労)平成14年春  
平成4年度 弁理士会副会長  
平成15年度 日本弁理士会総括副会長予定  
常議員 2期  
委員 34期  
表彰 7回  
所属 西日本弁理士クラブ

〔葬儀社〕

八光殿  
電話0729-94-2212